

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 78 14017

(54) **Procédé de purification de liquides.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). **C 02 B 3/06; E 04 H 3/20.**

(22) Date de dépôt **11 mai 1978, à 15 h 32 mn.**

(33) (32) (31) **Priorité revendiquée :**

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande **B.O.P.I. — «Listes» n. 49 du 7-12-1979.**

(71) **Déposant : GOETZ Sylvia, résidant aux Etats-Unis d'Amérique.**

(72) **Invention de :**

(73) **Titulaire : Idem (71)**

(74) **Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Paillet, Martin et Schrimpf.**

La présente invention concerne un procédé pour purifier des liquides aqueux. Elle est spécialement utilisable pour le traitement de masses d'eau qui peuvent être recyclées, comme des piscines, des étangs de retenue de systèmes d'évacuation des eaux usées de raffineries, des réservoirs de réseaux municipaux d'alimentation en eau, etc.

Actuellement, on purifie l'eau dans les piscines en ajoutant du chlore. On ajoute fréquemment aussi de l'acide muriatique à l'eau pour maintenir son pH au voisinage de 7. L'utilisation de tels produits chimiques dans l'eau des piscines pose plusieurs problèmes. Le chlore et l'acide muriatique sont extrêmement toxiques et même dans leur état dilué sont irritants pour les yeux et la peau des personnes se trouvant dans l'eau. Les sels contenant des halogènes causent aussi une accumulation de sels et les pertes par évaporation de chlore et d'acide muriatique sont coûteuses pour le propriétaire de la piscine.

La présente invention fournit un procédé pour purifier les liquides aqueux qui élimine sensiblement la nécessité d'utiliser des produits chimiques toxiques et irritants dans des buts d'hygiène. Le procédé comprend l'utilisation d'une matière perméable de purification des liquides aqueux contenant un "biocatalyseur" à travers laquelle on fait circuler le liquide aqueux à traiter. Le terme "biocatalyseur" est utilisé ici pour désigner un microbicide ou une composition catalytique microbicide sous la forme d'une substance finement divisée susceptible d'utilisation dans un milieu filtrant à travers lequel on fait passer le liquide à traiter de manière que le contact avec le microbicide détruise les microorganismes tels que les algues, les protozoaires, les bactéries et les virus présents dans le liquide. Ainsi, on n'a pas besoin d'ajouter des produits chimiques destructeurs, irritants ou toxiques au liquide que l'on traite. Le procédé évite aussi l'accumulation de sels causés par l'addition au liquide de sels contenant des halogènes. De plus, il n'y a pas de perte par évaporation de coûteux agents d'assainissement comme le chlore ou l'acide muriatique.

Bien que des biocatalyseurs aient été utilisés dans le passé à diverses fins de stérilisation ou d'assainissement, on pense que ces biocatalyseurs n'ont pas été utilisés d'une manière

sûre et économique dans un système pour purifier des masses d'eau importantes par recirculation de l'eau à travers le système de filtration. La présente invention est basée sur le fait qu'on s'est rendu compte que l'efficacité d'un biocatalyseur pour purifier l'eau circulant à travers un système de filtration dépend du maintien de certaines conditions opératoires pour maintenir le biocatalyseur dans un état actif. Par exemple, la présente invention est basée sur le fait qu'on s'est rendu compte qu'un gâteau de filtration d'un biocatalyseur peut être rendu inactif par des atomes d'hydrogène en excès ou par des températures élevées. Un biocatalyseur peut aussi être "aveuglé", c'est-à-dire revêtu d'une couche mince de matière organique qui rend le biocatalyseur inactif. De plus, si le biocatalyseur est physiquement perturbé ou érodé, il peut être recyclé à travers le système de filtration et ainsi rendu inefficace.

La présente invention fournit un procédé pour protéger le gâteau de filtration de biocatalyseur contre de telles conditions destructrices de manière que le biocatalyseur soit maintenu constamment dans un état actif durant le fonctionnement du système de filtration et ainsi purifie efficacement l'eau.

Selon un procédé actuellement préféré pour l'assainissement de l'eau de piscines, on fait circuler l'eau périodiquement à partir d'une piscine à travers un filtre sous la pression d'une pompe de manière à éliminer toutes matières solides en suspension présentes dans l'eau de la piscine. L'eau de piscine filtrée est ensuite ramenée à la piscine et filtrée par mise en contact avec un lit fixe d'une composition biocatalytique poreuse par circulation répétée de l'eau de piscine à travers le lit poreux. La composition biocatalytique est constituée essentiellement d'un produit de réaction d'un mélange insoluble dans l'eau d'un composé basique de l'argent finement divisé, d'un oxyde ou hydroxyde basique de métal finement divisé et de carbone ou de silice dans un état finement divisé. La composition est sensible à un contact répété avec l'eau de piscine pour produire des conditions microbicides résiduelles purificatrices dans l'eau de piscine. Le lit poreux, l'eau allant à ce lit et l'eau sortant du lit, c'est-à-dire l'eau ramenée à la piscine, de même que l'eau de la piscine elle-même, sont maintenues constamment à

un pH au-dessus de 7 et à une température comprise entre 21°C environ et 37°C environ. L'eau conditionnée est ramenée à la piscine et remise ensuite en contact avec la composition biocatalytique de manière à maintenir constamment les conditions micro-

5 bicides résiduelles.

Dans une forme préférée de l'invention, la composition biocatalytique est constituée essentiellement du produit de réaction d'un mélange aqueux de noir de fumée, d'oxyde d'argent et d'oxyde de zinc. Le mélange est de préférence mis à digérer

10 avec élévation du pH à une valeur maximale, cela étant suivi d'un abaissement du pH à une valeur minimale stable et il est ensuite séché.

Des essais bactériologiques effectués sur une piscine d'essai traitée par le procédé selon la présente invention ont

15 montré que l'eau dans la piscine était environ sept fois plus pure que l'eau ordinaire du robinet. On n'a observé aucun développement d'algues pendant toute une période de dix mois durant laquelle on a observé la piscine d'essai et durant cette période la piscine n'a pas été vidée, on n'a pas utilisé de chlore dans

20 l'eau de la piscine et on n'a pas changé le biocatalyseur. La piscine d'essai a présenté des conditions microbicides résiduelles qui ont continué à inactiver les organismes durant la période de dix mois entière.

D'autres buts et avantages de l'invention résulteront

25 encore de la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

La figure 1 est une vue schématique en élévation montrant un système de purification de liquides selon l'invention.

30 La figure 2 est une vue partielle détaillée en coupe verticale montrant l'appareil dans le cercle 2 de la figure 1; et

La figure 3 est une vue partielle détaillée en coupe verticale montrant l'appareil dans le cercle 3 de la figure 1.

Un système 10 de filtration et de purification pour

35 liquides aqueux comprend un conduit d'alimentation 12 débouchant dans une masse d'eau 14. L'extrémité opposée de la canalisation d'alimentation 12 est reliée à l'aspiration d'une pompe 16. Une

vanne 17 règle le débit de l'eau dans la canalisation d'alimentation 12. Le refoulement de la pompe 16 communique avec une canalisation 18 de sortie de la pompe qui, à son tour, est reliée à une canalisation d'amenée 19 débouchant dans une calandre de filtration 20 d'un préfiltre 21. Une vanne 22 règle le débit de l'eau dans la canalisation d'amenée 19.

La calandre de filtration 20 comprend une série d'éléments filtrants 24 disposés verticalement et espacés horizontalement montés en position centrale sur un tube de recueil allongé 26 disposé horizontalement, s'étendant en position centrale à l'intérieur de la calandre de filtration 20. Comme on le voit très bien sur la figure 3, chaque élément filtrant 24 comprend de préférence une plaque filtrante ayant des faces antérieure et postérieure poreuses formées de préférence d'une matière plastique dure. Les deux faces de chaque plaque filtrante délimitent un espace intérieur annulaire creux 30 qui communique avec l'intérieur creux du tube de recueil 26 par des ouvertures 32 espacées longitudinalement dans le tube de recueil. Un tissu filtrant ou septum 34 formé d'une matière glissante, comme de Dacron, est tendu sur la surface extérieure de chaque face 28. Des entretoises 35 espacées horizontalement maintiennent l'écartement des éléments filtrants 24 le long du tube de recueil 26.

Un manomètre 36 passant à travers la paroi de la calandre 20 mesure la pression de l'eau sur le côté entrée du préfiltre avant son passage à travers les éléments filtrants 24.

Une canalisation de transfert 38 reliée au côté sortie du tube de recueil 26 s'étend à partir du préfiltre jusqu'à une calandre de filtration 40 d'un filtre catalytique 42. Un clapet de retenue 43 dans la canalisation de transfert 38 permet à l'eau de passer seulement du préfiltre vers le filtre catalytique. La calandre de filtration 40 contient une série d'éléments filtrants 44 disposés horizontalement et espacés verticalement montés en position centrale sur un tube de recueil allongé 46 disposé verticalement s'étendant en position centrale dans la calandre de filtration 40.

Comme on le voit très bien sur la figure 2, chaque élément filtrant 44 comprend une plaque filtrante ayant une

5 face supérieure poreuse 48 formée d'une matière plastique dure et une face inférieure pleine 50 formée d'une matière plastique dure. Les faces supérieure et inférieure de la plaque poreuse délimitent un espace intérieur creux annulaire 52 qui communi-
10 que avec l'intérieur creux du tube de recueil 46 par des ouvertures 54 espacées verticalement dans le tube de recueil. Un septum ou un tissu filtrant 56 formé d'une matière d'un coefficient de frottement relativement élevé, comme de Dynel, est tendu sur la face supérieure 48 de chaque élément filtrant. Des entretoises 58 espacées verticalement maintiennent les éléments
15 filtrants dans leur relation espacée le long du tube de recueil 46.

Un manomètre 60 relié à la calandre de filtration 40 mesure la pression de l'eau sur le côté entrée des éléments
15 filtrants 44. La pression ainsi déterminée est aussi sensiblement celle de l'effluent du préfiltre 21. On peut faire fonctionner un purgeur 62 de manière à libérer l'air emprisonné dans le filtre catalytique.

On peut détourner le courant de fluide s'écoulant dans
20 la canalisation 18 de sortie de la pompe pour l'empêcher de passer à travers le préfiltre 21 au moyen d'une canalisation de contournement 64 allant de la canalisation 18 de sortie de la pompe à la canalisation de transfert 38. Une vanne 66 règle le débit de l'eau dans la canalisation de contournement 64.

25 Une canalisation de sortie 68 reliée au côté sortie du tube de recueil 46 recycle le liquide filtré et purifié venant du filtre catalytique 42 à travers la masse d'eau 14. Une vanne 69 règle le débit de l'eau de la canalisation de sortie 68 à la masse d'eau 14. Une canalisation de retour 70 allant de la canalisation de sortie 68 à la canalisation d'alimentation 12 fournit
30 un moyen pour recycler de l'eau à travers le système de filtration. Une vanne 72 règle le débit de l'eau dans la canalisation de retour 70.

35 Une trémie en forme d'entonnoir 74 (que l'on appelle souvent un "formateur de précouche") débouche dans la canalisation d'alimentation 12 par une vanne 76 et sert à introduire une matière filtrante, comme un adjuvant de filtration, dans le système.

Avant les opérations de filtration, les éléments filtrants 24 du préfiltre 21 sont revêtus d'une couche d'adjuvant de filtration, de préférence de terre d'infusoires. Si l'adjuvant de filtration est déjà présent dans le préfiltre 21, quand la pompe 16 est mise en route elle fera circuler de l'eau sous pression à travers le préfiltre et aura pour effet que l'adjuvant de filtration formera une couche de chaque côté de chaque élément filtrant 24. Si on doit utiliser de l'adjuvant de filtration frais, il est ajouté au système par la trémie 74 et on ouvre la vanne 22 pour faire circuler de l'eau à travers le préfiltre 21 de manière à former la couche d'adjuvant de filtration sur les éléments filtrants 2.

Durant les opérations de filtration, le préfiltre jouera le rôle d'un filtre classique de piscines pour éliminer les particules solides et la matière organique, comme les algues, de l'eau. Chaque fois que la pompe est arrêtée, la couche d'adjuvant de filtration sur les éléments filtrants 24 tombe par gravité au fond du préfiltre. La surface glissante de chaque septum 34 aide à cet enlèvement de l'adjuvant de filtration des éléments filtrants. A la mise en marche suivante de la pompe, la masse d'adjuvant de filtration présente dans le fond du préfiltre reforme une couche sur les éléments filtrants 24. Des démarrages et arrêts périodiques de la pompe reformeront périodiquement la couche d'adjuvant de filtration sur les éléments filtrants 24. Les matières solides emprisonnées par le préfiltre seront redistribuées chaque fois que la couche est reformée avec le résultat que le préfiltre subit un auto-nettoyage chaque fois que la pompe est mise en marche.

Le filtre catalytique est placé dans la conduite d'écoulement immédiatement en aval du préfiltre. Comme on le décrira en détail ci-après, les éléments filtrants 44 du filtre catalytique sont revêtus d'un gâteau de filtration qui comprend une composition biocatalytique ayant des propriétés microbicides. L'eau est purifiée par passage à travers le gâteau de filtration biocatalytique.

Durant la filtration, le gâteau de filtration bioca-

5 talytique doit rester immobile et ne pas être physiquement
perturbé. Si le gâteau de filtration devient revêtu de par-
ticules solides, par exemple, le contact peut être empêché en-
tre la surface de la couche de biocatalyseur et l'eau. Si de
10 l'air en excès est emprisonné dans le système, il peut causer
un enlèvement par érosion de la couche de biocatalyseur. Dans
ces deux cas, l'eau ne sera pas en contact approprié avec le
biocatalyseur et échappera ainsi à l'effet microbicide du bio-
catalyseur. Les éléments filtrants 44 sont de préférence dans
15 une position horizontale de manière à aider à maintenir la cou-
che de biocatalyseur dans une position fixe, non-perturbée
durant les opérations de filtration. De plus, le tissu filtrant
56 est formé de préférence d'une matière, comme le Dynel, qui a
une surface floconneuse ou d'un coefficient de frottement élevé
20 de matière à fournir une retenue maximale du gâteau de filtra-
tion catalytique sur les éléments filtrants 44.

Le biocatalyseur est une poudre fine qui pourrait
arriver à passer à travers la surface du tissu de support 56
quand on fait circuler de l'eau sous pression à travers le
25 filtre catalytique. Si le biocatalyseur en poudre fine passe
à travers la couche de terre d'infusoires et arrive à la sur-
face du tissu de support ou passe à travers ce dernier, elle
peut arriver dans la masse d'eau ou boucher les pores du tissu.
Pour empêcher cela, une couche de base protectrice d'un adjuvant
25 de filtration inerte, de préférence de terre d'infusoires, est
formée initialement sur la toile filtrante 56. Une couche de
la composition biocatalytique est ensuite formée sur la couche
de base d'adjuvant de filtration. Comme le biocatalyseur en
poudre fine formerait une boue sur la surface de l'adjuvant
30 de filtration et créerait ainsi une haute résistance à l'écou-
lement, le biocatalyseur est initialement mis sous la forme
d'une boue dans une bouillie d'adjuvant de filtration, de pré-
férence de terre d'infusoires, ce qui a pour résultat que la
plupart des particules catalytiques adhèrent aux particules de
35 terre d'infusoires, laissant des espaces ouverts pour le passa-
ge de l'eau. La quantité d'adjuvant de filtration pour cette
deuxième étape dépend de la nature du biocatalyseur. Une appli-
cation typique utilise des quantités égales en poids d'adjuvant
de filtration et de biocatalyseur. Une troisième couche d'ad-

juvant de filtration, de préférence de terre d'infusoires, est ensuite formée au-dessus de la couche de biocatalyseur, pour protéger la surface active du biocatalyseur contre toute matière qui peut ne pas avoir été enlevée par le préfiltre ou qui peut avoir pénétré dans l'eau entre les deux filtres. Tandis que ce gâteau "en sandwich" est formé sur les éléments filtrants 44, on fait circuler une petite quantité d'eau à travers lui de manière que toutes petites particules de biocatalyseur qui s'échappent soient ramenées au filtre catalytique et redéposées sur les éléments filtrants 44.

De préférence, les éléments filtrants 44 sont prérevêtus en ouvrant les vannes 66 et 72 et en fermant les vannes 17, 22 et 69. Chaque couche de matière pour le gâteau de filtration catalytique est ajoutée au moyen du formateur de précouche avec de l'eau et recyclée dans le système pendant cinq minutes.

Une fois les deux filtres prérevêtus, on commence les opérations de filtration en ouvrant les vannes 17, 22 et 69, en fermant les vannes 66 et 72 et en ouvrant la pompe 16 de manière à recycler de l'eau sous pression à travers le préfiltre 21, puis à travers la couche de biocatalyseur dans le filtre catalytique 42 et ensuite à ramener l'eau dans la piscine par la canalisation de sortie 68. Le préfiltre 21 protégera la couche de biocatalyseur contre tous dépôts de matière pouvant troubler son état statique ou gêner autrement son action microbienne.

Le biocatalyseur est une composition microbicide comprenant un mélange aqueux insoluble dans l'eau de (1) un composé basique de l'argent finement divisé, (2) du carbone ou de la silice dans un état finement divisé et (3) un oxyde ou hydroxyde basique de métal finement divisé. Le composé basique de l'argent est de préférence de l'oxyde d'argent. Le carbone ou la silice dans un état finement divisé peut être du noir de fumée ou de fines particules de silice ayant une surface acide, respectivement. Il est souhaitable qu'une bouillie aqueuse des particules de silice ou de carbone ait un pH acide. L'oxyde ou hydroxyde de métal est insoluble dans l'eau et a un pH à l'état de boue qui est sensiblement basique. Des exemples d'oxydes ou hydroxydes basiques de métaux sont l'oxyde de zinc, le dioxyde

de titane, l'alumine, l'hydroxyde d'aluminium, l'oxyde de magnésium ou le trioxyde de bismuth.

5 Le biocatalyseur actuellement préféré est un microbicide ou une composition catalytique microbicide comprenant un mélange d'une boue aqueuse de noir de fumée, d'oxyde d'argent finement divisé et d'oxyde de zinc finement divisé. Un biocatalyseur similaire est décrit, par exemple, dans le brevet des E.U.A. N° 2 508 602.

Exemple 1

10 Le biocatalyseur préféré est préparé selon le mode opératoire suivant de manière à produire une quantité suffisante de biocatalyseur pour une charge sur un filtre d'une surface de $1,86 \text{ m}^2$.

15 (1) On pèse et on mélange 84 grammes de noir de fumée sec. Ce doit être un noir au tunnel très gonflant d'un diamètre de particules de 90 millimicrons et d'un pH en bouillie de 3,5.

(2) On pèse et on mélange 11,35 grammes d'oxyde d'argent et 131,66 grammes d'oxyde de zinc avec le noir de fumée.

20 (3) On ajoute 900 cm^3 d'eau distillée et on agite le mélange de noir de fumée, d'oxyde d'argent et d'oxyde de zinc avec l'eau jusqu'à ce que le mélange soit d'une consistance telle qu'il puisse être travaillé dans un mélangeur.

(4) On mélange à la plus grande vitesse possible. On mesure la température et le pH à des intervalles de 5 minutes. Si la température monte à 40°C , on cesse de mélanger et on laisse refroidir le mélange. Le pH monte à un maximum quand on continue à mélanger et commence ensuite à baisser.

30 (5) Une fois le maximum du pH atteint, on place le mélange dans un récipient fermé pour digestion à une température d'incubateur de 37 à 38°C . Un pH qui descend indique que la digestion se produit. La digestion continue jusqu'à ce qu'un pH minimal soit atteint. Cela prendra de 8 à 24 heures.

35 (6) Une fois la digestion complète, le mélange sera dans un état liquide. On verse le mélange dans deux plateaux, exposant un maximum de surface. On sèche à 38°C , tout en effectuant une exposition à un courant d'air.

(7) On fragmente les gâteaux, quand ils sont secs, et on les expose de nouveau à un courant d'air à 38°C. La matière doit être entièrement sèche pour que le produit final à surface oxydante soit formé.

5 Durant les opérations de filtration, l'eau de la piscine est passée de manière répétée à travers la couche poreuse de biocatalyseur. Le contact répété avec le biocatalyseur produit un état purificateur résiduel dans l'effluent du biocatalyseur. L'effluent ainsi traité et ramené à la piscine con-
10 tient des agents purificateurs qui maintiennent constamment l'état purificateur résiduel dans la piscine. Comme décrit plus en détail ci-après, des essais bactériologiques montrent que l'eau de piscine traitée inactivera les organismes immédiatement et
15 que même quand le même échantillon d'eau de piscine est réinoculé ultérieurement avec un nombre encore plus grand d'organismes, l'action purificatrice résiduelle dans l'eau de piscine traitée continue à inactiver les organismes.

 Durant les opérations de filtration, il y a plusieurs étapes à suivre pour maintenir l'activité microbicide du biocatalyseur. Ces étapes comprennent le contrôle de la pression,
20 le réglage de la température, le réglage du pH et le réglage du débit d'air.

Contrôle de la pression

 Le manomètre 36 indique quand le gâteau du préfiltre
25 doit être changé et le manomètre 60 indique quand le gâteau de filtration biocatalytique doit être rechargé. Une fois que le gâteau de filtration biocatalytique a été fraîchement reformé et que le préfiltre a été fraîchement revêtu de terre d'infusoires, les lectures effectuées sur les manomètres 36 et 60
30 sont les guides indiquant quand les filtres doivent être changés de nouveau. Les lectures de pression varieront suivant les dimensions des tuyaux et le type de la pompe, par exemple. Une augmentation de la différence de pression entre les deux filtres indiquera que le gâteau de filtration dans le préfiltre doit
35 être changé. Ainsi, en supposant que la pression initiale du liquide arrivant dans le préfiltre (mesurée par le manomètre 36) soit de 1,05 kg/cm² et que la pression initiale de l'effluent du préfiltre allant au filtre catalytique (mesurée par le mano-

mètre 60) soit de $0,91 \text{ kg/cm}^2$, l'enlèvement de matière par le préfiltre fera monter la pression du liquide qui arrive à environ $1,27 \text{ kg/cm}^2$ et fera tomber la pression de l'effluent à environ $0,7 \text{ kg/cm}^2$. A ce moment, l'adjuvant de filtration dans le préfiltre doit être changé.

Tandis que le filtre catalytique est lentement revêtu, la pression augmente dans les deux filtres, mais la différence de pression entre les deux diminue légèrement. Quand la pression de l'effluent mesurée par le manomètre 60 devient très voisine de la pression du liquide qui arrive ou quand la pression de l'effluent atteint un certain niveau (de $0,7$ à $0,91 \text{ kg/cm}^2$ dans l'exemple ci-dessus), il est temps de recharger le gâteau de filtration biocatalytique.

De préférence, le gâteau de filtration biocatalytique est régénéré par addition d'eau oxygénée à l'eau en amont du filtre catalytique. Dans une piscine dans les conditions d'utilisation en été, une quantité de 236 grammes d'eau oxygénée à 20 volumes (concentration de blanchiment des cheveux) toutes les deux semaines est suffisante pour maintenir les meilleures performances. Si toutes les conditions nécessaires sont remplies, il est possible d'avoir de l'eau parfaitement propre et saine, sans changement d'aucun gâteau de filtration, pendant quatre mois, et sans addition de chlore.

Réglage du pH

L'activité microbicide du biocatalyseur dépend d'une réaction d'oxydation, de sorte que tout excès d'ions d'hydrogène le dénaturera ou empêchera son action. Le pH de l'eau à traiter doit être de 7 ou au-dessus. Dans le cas spécial de piscines, un pH trop élevé conduit à des dépôts calcaires sur les réchauffeurs et à un dépôt sur les parois exigeant un lavage acide. Un bon compromis concernant le pH pour l'entretien des piscines est compris entre 7,4 et 7,6.

Réglage de la température

Le gâteau de filtration biocatalytique, l'eau qui y arrive, l'effluent qui en sort et l'eau de la piscine elle-même ne doivent pas être exposés à des températures inférieures à 21°C environ ou supérieures à 37°C environ. La couche de biocatalyseur et/ou ses agents purificateurs résiduels seront inac-

tivés de manière temporaire ou permanente à l'extérieur de l'intervalle de 21 à 37°C. Si on utilise un réchauffeur d'eau dans le système de circulation de la piscine, un arrangement préféré est que le réchauffeur soit situé de manière
5 que l'effluent du réchauffeur ne se mélange pas immédiatement avec l'effluent du filtre catalytique ni avec l'eau arrivant dans le filtre catalytique. Dans l'arrangement préféré, le réchauffeur d'eau est situé en amont du filtre catalytique. Dans une piscine ayant déjà un réchauffeur relié au circuit de
10 filtratinp, on doit utiliser une dérivation et un piège de chaleur pour assurer que l'eau mise en circulation à la sortie du réchauffeur ne soit pas chauffée au-dessus de 37°C environ. En variante, le réchauffeur pourrait avoir son propre système de pompage et l'eau sortant du réchauffeur pourrait être recyclée
15 à la piscine avant que l'eau de la piscine ne soit passée ensuite à travers le filtre biocatalytique. Dans tout système comportant un réchauffeur, on doit faire fonctionner le réchauffeur à un réglage de température relativement bas. On obtient de bons résultats quand on fait fonctionner le réchauffeur de piscine d'une manière sensiblement continue dans des conditions qui
20 ne chauffent pas l'eau à des températures supérieures à 37°C environ. Dans la piscine d'essai décrite ci-dessus, l'eau venant du réchauffeur était à 29°C environ. De cette manière, l'action purificatrice résiduelle de l'effluent du filtre catalytique n'est pas exposée à des températures potentiellement élevées qui autrement inactiveraient les agents purificateurs
25 dans l'effluent. De plus, en faisant fonctionner le réchauffeur constamment au réglage de température relativement bas de 29°C, on assure que la température de l'eau de la piscine soit maintenue constamment au-dessus de 21°C environ.
30

On pense que l'effet résiduel produit par le biocatalyseur comprend des autovaccins ou des agents inhibiteurs dans l'effluent du biocatalyseur qui sont produits par l'oxygène naissant ou sont constitués d'oxygène naissant, lequel à son tour
35 est produit par le biocatalyseur. On pense que ces autovaccins sont produits par des organismes qui sont transformés en anticorps ou en vaccins pour eux-mêmes quand ils sont mis en contact avec l'oxygène naissant produit par le biocatalyseur. Comme mon-

tré dans les résultats obtenus avec la piscine d'essai décrits ci-après, une fois l'effet microbicide résiduel présent dans l'eau, plus on met d'organismes dans l'eau, plus rapidement ils sont inactivés.

- 5 On pense aussi qu'à des températures relativement basses dans l'intervalle de 21 à 37°C, de l'oxygène moléculaire est fixé par le biocatalyseur et des quantités relativement plus petites d'oxygène naissant sont libérées par lui. A des températures relativement plus élevées dans cet intervalle, une bien plus
- 10 grande quantité d'oxygène naissant est libérée et relativement peu d'oxygène moléculaire est fixé. Dans la piscine d'essai décrite ci-après, dans laquelle le réchauffeur se trouve en amont du filtre biocatalytique, quand l'eau plus chaude à une température ne dépassant pas 37°C passe à travers le biocatalyseur,
- 15 l'émission d'oxygène naissant est presque maximale. Quand on interrompt le fonctionnement du réchauffeur pendant des périodes relativement courtes, le courant d'eau arrivant au biocatalyseur est relativement plus près de 27°C. A cette plus basse température, une plus grande quantité d'oxygène moléculaire est fixée
- 20 et peu d'oxygène naissant est produit, ce qui régénère le biocatalyseur. Si, au contraire, le réchauffeur se trouve en aval du filtre catalytique, alors de l'eau de la piscine à une température relativement constante passe à travers le biocatalyseur. Si la température constante est relativement élevée, le biocatalyseur
- 25 libérera principalement de l'oxygène naissant pendant un certain laps de temps jusqu'à ce que, sans régénération, le biocatalyseur se décompose. Si la température constante de l'eau arrivant au biocatalyseur est relativement basse, elle absorbera de l'oxygène moléculaire et libérera seulement de très petites quantités
- 30 d'oxygène naissant, pas suffisantes pour maintenir un état microbicide résiduel efficace pendant un laps de temps prolongé.

Prévention du passage d'air à travers le filtre catalytique

- Si de l'air peut passer à travers le filtre catalytique, il barbotera à travers le gâteau catalytique "en sandwich" et trou-
- 35 blera sa formation, ce qui raccourcira la vie efficace du gâteau de filtration. De l'air peut entrer dans le système par la vanne d'aspiration 17 si sa boîte à garniture n'est pas étanche. Une pompe à amorçage automatique aspirera aussi de l'air dans le sys-

tème . Dans le cas de piscines, un opérateur de la pompe à vide pourrait introduire de l'air en ayant l'admission ouverte à l'air tandis que la pompe est en fonctionnement. On peut utiliser le purgeur 62 pour évacuer l'air emprisonné dans le système quand le préfiltre et le filtre catalytique sont chargés initialement ou quand de l'air entre accidentellement dans le système.

Exemple 2

La composition biocatalytique décrite ci-dessus a été utilisée expérimentalement dans environ vingt piscines pour essayer l'effet bactériologique du biocatalyseur. Ces piscines ont été essayées dans des systèmes classiques de circulation et de filtration pour piscines dans lesquels l'eau est, de manière répétée, évacuée de la piscine, passée à travers un filtre et ramenée à la piscine. Chaque piscine avait un filtre séparé comportant un lit fixe d'un biocatalyseur poreux similaire à celui décrit ci-dessus. C'est-à-dire que chaque biocatalyseur comprenait un produit de réaction d'un mélange de noir de fumée, d'oxyde d'argent et d'oxyde de zinc. On faisait circuler l'eau de la piscine de manière répétée à travers le biocatalyseur. L'eau de piscine dans chaque piscine était aussi préfiltrée avant contact avec le biocatalyseur pour élimination des matières solides en suspension, de la matière organique, etc, de l'eau ayant son passage à travers le biocatalyseur. Bien que toutes les piscines essayées aient eu le même système de base pour circulation de l'eau à travers le biocatalyseur, seule la piscine traitée selon la présente invention a été capable de maintenir dans l'eau de la piscine des conditions de purification de l'eau de longue durée sans exiger l'addition d'une quantité quelconque de chlore ou un changement fréquent du biocatalyseur. Cette piscine sera appelée ici la "piscine d'essai".

On a fait fonctionner la piscine d'essai d'une manière non-classique en ce que le réchauffeur de la piscine était installé en amont de l'enceinte du filtre contenant le biocatalyseur. Le réchauffeur comportait un piège à chaleur pour empêcher que l'accumulation de chaleur dans les échangeurs de chaleur n'échauffe l'eau allant au filtre catalytique au-dessus de 37°C environ. On faisait aussi fonctionner la piscine d'essai d'une manière non-classique en ce qu'on faisait fonctionner

le réchauffeur de la piscine pendant des périodes continues relativement longues et que l'eau dans le réchauffeur lui-même n'était jamais chauffée au-dessus de 37° environ, contrairement à la pratique plus classique consistant à faire fonctionner le réchauffeur de piscine pendant des périodes plus courtes à des températures bien plus élevées. Typiquement, les réchauffeurs de piscines chauffent l'eau circulant à travers eux à des températures supérieures à au moins 71°C. Dans la piscine d'essai, la température de l'eau passant à travers la couche de biocatalyseur, ainsi que la température du biocatalyseur lui-même, de l'effluent du biocatalyseur et de l'eau dans la piscine étaient toutes maintenues au-dessous de 37°C. On a observé la piscine d'essai pendant une période de dix mois et durant cette période d'essai la température moyenne de l'eau de la piscine était de 29°C environ. L'eau de la piscine a été constamment maintenue dans l'intervalle de 21 à 37°C. L'eau de la piscine d'essai a été aussi maintenue constamment à un pH bien au-dessus de 7. Les produits usuels sels de chlore n'ont pas été ajoutés à l'eau de la piscine pendant la période de dix mois durant laquelle on a observé la piscine et en conséquence il n'a pas été nécessaire d'ajouter d'acide à l'eau de la piscine, sauf en petites quantités à des intervalles peu fréquents pour empêcher un entartrage du réchauffeur.

Après fonctionnement efficace de la piscine d'essai et fonctionnement inefficace des autres piscines essayées, on a découvert que l'effet microbicide du biocatalyseur est détruit si le filtre biocatalytique est installé en amont du réchauffeur et si on fait fonctionner le réchauffeur dans les conditions ordinaires de température élevée, typiquement au-dessus de 71°C. Dans ce cas, l'effluent actif sera surchauffé et son effet microbicide résiduel détruit. On a découvert aussi que l'effet microbicide du biocatalyseur est détruit si le filtre biocatalytique est installé après un réchauffeur que l'on fait fonctionner à des températures élevées classiques. Dans ce cas, l'eau chaude, en fait, dénaturera le catalyseur de manière permanente. Dans les piscines essayées que l'on faisait fonctionner dans ces conditions, aucune piscine n'avait l'état microbicide résiduel de longue durée produit dans l'eau de piscine comparable à celui produit efficacement dans la piscine d'essai.

On a découvert aussi que les piscines qui n'étaient pas chauffées n'étaient pas capables non plus d'obtenir l'état microbicide résiduel produit dans l'eau de la piscine d'essai. On a découvert que dans des piscines non chauffées dans lesquelles la température de l'eau de la piscine descendait au-

5 dessous de 70°C environ, l'effet microbicide résiduel du biocatalyseur était détruit et la piscine était envahie d'algues.

De plus, dans beaucoup de piscines, le propriétaire de la piscine ajoutait de l'acide à l'eau pour régler le pH

10 de l'eau. Ceci abaissait le pH de l'eau de la piscine au-dessous de 7 immédiatement après l'addition de l'acide. On a découvert que ce pH plus bas, même pendant une courte période, détruisait l'effet microbicide résiduel produit par le biocatalyseur, ainsi que la capacité du biocatalyseur de produire un tel effet.

15 Les piscines essayées, autres que la piscine d'essai, ont exigé aussi un changement fréquent du biocatalyseur.

La piscine d'essai a été exempte d'algues pendant plus de dix mois avec un seul gâteau de filtration biocatalytique, qui n'a pas été changé, et sans aucune addition de chlore.

20 Durant la période de dix mois durant laquelle on a observé la piscine d'essai, on a soumis l'eau de la piscine à des essais concernant son activité bactériologique en prélevant 3,785 litres d'eau de piscine et en inoculant cette eau avec des organismes E. coli pour déterminer l'effet de l'eau de piscine

25 sur les bactéries. A titre de comparaison, on a inoculé d'une manière similaire 3,785 litres d'eau du robinet bouillie. Les essais bactériologiques consistaient à filtrer l'eau à travers une membrane retenant les bactéries sur sa surface et à placer ensuite la membrane immédiatement sur un tampon nutritif et à

30 mettre l'ensemble en incubation, et finalement à mesurer les colonies de bactéries produites. Le premier essai a donné les résultats suivants :

	<u>Organismes/cm³</u>	
	<u>Piscine d'essai</u>	<u>Eau du robinet bouillie utilisée comme témoin</u>
35 Nombre initial	65	55
Après 30 minutes	3	41
Après 90 minutes	1	53

La même eau a été ré-inoculée 24 heures plus tard avec un plus grand nombre d'organismes, avec les résultats suivants :

5	<u>Organismes/cm³</u>	
	<u>Piscine d'essai</u>	<u>Eau du robinet bouillie utilisée comme témoin</u>
	Nombre initial	188
	Après 30 minutes	93
10	Après 90 minutes	10
		196
		190
		195

Ainsi, l'eau de piscine provenant de la piscine d'essai présentait un état fortement anti-bactérien résiduel même après une forte inoculation 24 heures après son enlèvement de la piscine.

- 15 Dans un essai séparé conduit avant les essais décrits ci-dessus, on a prélevé un petit volume d'eau dans la piscine d'essai et on l'a essayé immédiatement à propos de son effet bactériologique conformément aux techniques d'essai décrites d'essai décrites ci-dessus. Cet échantillon d'eau de piscine
- 20 a été comparé à de l'eau du robinet qui était ajoutée périodiquement dans la piscine d'essai et on a trouvé qu'il était environ sept fois plus pur que l'eau du robinet.

REVENDEICATIONS

- 1) Dans un procédé pour l'assainissement de l'eau de piscines selon lequel on fait circuler l'eau périodiquement à partir d'une piscine à travers un filtre sous la pression d'une pompe de manière à éliminer toutes matières solides en suspension présentes dans l'eau de la piscine et on ramène l'eau de piscine filtrée à la piscine, les étapes consistant à mettre en contact l'eau de piscine filtrée avec un lit fixe de composition biocatalytique poreuse par circulation répétée de l'eau de piscine à travers le lit poreux, la composition biocatalytique étant constituée essentiellement d'un produit de réaction d'un mélange insoluble dans l'eau, finement divisé, d'un composé basique de l'argent, de particules de carbone ou de silice et d'un oxyde ou hydroxyde basique de métal, la composition biocatalytique étant sensible à un contact répété avec l'eau de piscine pour produire des conditions microbicides résiduelles purificatrices dans l'eau de piscine; à maintenir l'eau de piscine, le lit poreux, l'eau allant au lit poreux et l'eau sortant du lit poreux à un pH au-dessus de 7 et à une température supérieure à 21°C environ; à ramener l'eau conditionnée à la piscine; et à remettre en contact l'eau conditionnée avec la composition biocatalytique de manière à maintenir les conditions microbicides résiduelles.
- 2) Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on maintient l'eau de piscine, le lit poreux, l'eau allant au lit poreux et l'eau venant du lit poreux à une température comprise entre 21°C environ et 37°C environ.
- 3) Un procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'oxyde ou hydroxyde basique de métal finement divisé est choisi parmi l'oxyde de zinc, l'alumine, l'hydroxyde d'aluminium, le trioxyde de bismuth, l'oxyde de magnésium et l'oxyde de titane.
- 4) Un procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le lit poreux comporte une première couche protectrice d'adjuvant de filtration sur une surface d'un élément filtrant, la couche de composition biocatalytique étant formée sur la première couche d'adjuvant de filtration, avec une deuxième couche

protectrice d'adjuvant de filtration formée sur la couche de biocatalyseur.

5) Un procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la composition biocatalytique est constituée essentiellement du produit d'un mélange aqueux de noir de fumée, d'oxyde d'argent et d'oxyde de zinc.

6) Un procédé selon l'une des revendications 1, 4 et 5, caractérisé en ce qu'on met le mélange à digérer tandis que le pH augmente jusqu'à une valeur maximale, cela étant suivi d'un abaissement du pH jusqu'à une valeur minimale stable et le mélange est ensuite séché.

7) Un procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on forme la couche de biocatalyseur fixée sur seulement la surface supérieure d'un élément filtrant poreux disposé horizontalement; on met en contact de manière répétée d'eau de piscine avec le biocatalyseur en la refoulant à travers la couche poreuse de biocatalyseur et l'élément filtrant; et ensuite on ramène l'effluent à la piscine.

8) Un procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'on forme la couche de biocatalyseur fixée sur un élément filtrant ayant une surface supérieure comportant des moyens pour maintenir par frottement la couche de biocatalyseur dans un état non perturbé sur l'élément filtrant.

9) Un procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le composé basique de l'argent comprend de l'oxyde d'argent.

10) Un procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le carbone ou la silice dans un état finement divisé a un pH acide.

11) Un procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le carbone comprend du noir de fumée.

12) Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on fait passer l'eau de piscine à travers un réchauffeur de manière à maintenir l'eau de piscine sortant du réchauffeur dans l'intervalle de température indiqué au-dessus de 21°C environ; et ensuite on fait passer l'effluent du réchauffeur à la couche de biocatalyseur.

13) Un procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on fait passer l'eau de piscine à travers un réchauffeur de manière à maintenir l'eau de piscine sortant du réchauffeur dans l'intervalle de température indiqué compris entre 21 et 37°C environ; et ensuite on fait passer l'effluent du réchauffeur à la couche de biocatalyseur.

14) Un procédé selon l'une des revendications 12 et 13, caractérisé en ce qu'on régénère le biocatalyseur en alternativement élevant et abaissant la température du courant d'eau allant au biocatalyseur.

15) Un procédé selon l'une des revendications 12 et 13, caractérisé en ce qu'on fait circuler l'effluent à sa sortie du réchauffeur de manière à le ramener à la piscine avant d'aspirer de l'eau de la piscine pour la faire passer à travers la couche de biocatalyseur.

16) Un procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le réchauffeur comporte un piège à chaleur de manière à maintenir constamment l'effluent passé à la couche de biocatalyseur dans l'intervalle indiqué de température compris entre 21°C environ et 37°C environ.

17) Un procédé selon l'une des revendications 1 et 4, caractérisé en ce qu'on régénère le biocatalyseur en alternativement élevant et abaissant la température de l'eau allant au biocatalyseur.

